

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-143342

(43)Date of publication of application : 11.06.1993

(51)Int.Cl.

G06F 9/44

(21)Application number : 03-303219

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP
<NTT>

(22)Date of filing : 19.11.1991

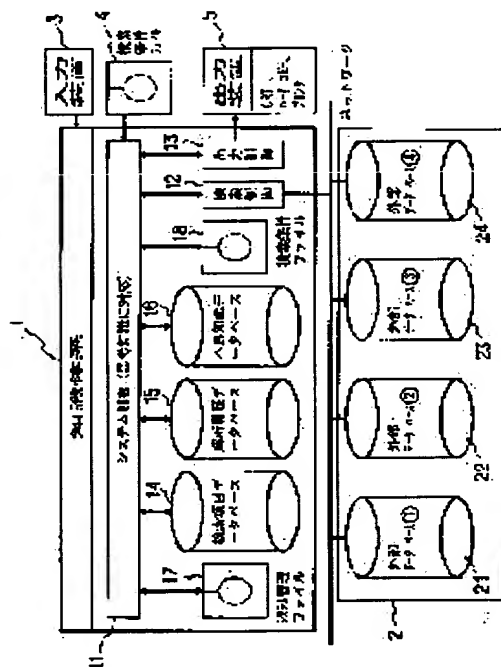
(72)Inventor : SAITO KAZUYUKI
OKUBO TSUNEO

(54) KNOWLEDGE PROCESSING SYSTEM

(57)Abstract:

PURPOSE: To attain the summarization and systematization of knowledge by forming a sub-system combining a data base storing knowledge and a data processing program for extracting an optional item as knowledge to be obtained.

CONSTITUTION: This knowledge processing system is provided with an electronic computer 1, an external storage device 2, an input device 3 an external retrieving condition file 4, and an output device 5 as constitutional elements. The computer 1 include a system control part 11 corresponding to thinking knowledge, a retrieval control part 12 for retrieving external data bases 21 to 24 stored in the device 2, an output control part 13, a retrieving item data base 14, an analytical history data base 15, a defective knowledge data base 16, a system management file 17, and a retrieving condition file 18. Thus the system consists of the data bases for storing memorized knowledge and a processing program constituting thinking knowledge, the memorized knowledge is unitedly managed in relation to the thinking knowledge and transition/selection to/from individual knowledge systems is executed as retrieval based upon trigger knowledge.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

BEST AVAILABLE COPY

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-143342

(43)公開日 平成 5年(1993) 6月11日

(51)Int.Cl.⁵

G 0 6 F 9/44

識別記号

3 3 0 P

片内整理番号

9193-5B

F 1

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数12(全 16 頁)

(21)出願番号 特願平3-303219

(22)出願日 平成 3 年(1991)11月19日

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区内幸町一丁目 1 番 6 号

(72)発明者 ▲斎▼藤 和之

東京都千代田区内幸町一丁目 1 番 6 号 日

本電信電話株式会社内

(72)発明者 大久保 恒夫

東京都千代田区内幸町一丁目 1 番 6 号 日

本電信電話株式会社内

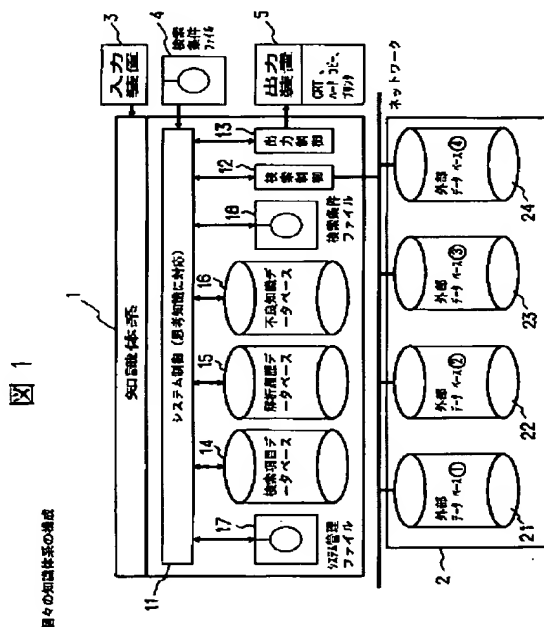
(74)代理人 弁理士 秋田 収喜

(54)【発明の名称】 知識処理システム

(57)【要約】

【目的】 新たに創成された知識を付加(学習)する機能を有する知識蓄積システム。蓄積された過去の解析知識を参照しながら、各評価データに基づき解析を支援するシステム。知識の集約、体系化が可能な知識処理システムを提供する。

【構成】 入力装置、処理装置、記憶装置、出力装置を有する知識処理システムにおいて、前記記憶装置に知識を格納したデータベースと、そのデータベースから任意の項目を現在所有する知識とし、任意の項目を得るべき知識としてとり出すデータ処理プログラムとを組み合わせたサブシステムを少なくとも1つ有することを最も主要な特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力装置、処理装置、記憶装置、出力装置を有する知識処理システムにおいて、前記記憶装置に知識を格納したデータベースと、そのデータベースから任意の項目を現在所有する知識とし、任意の項目を得るべき知識としてとり出すデータ処理プログラムとを組み合わせたサブシステムを少なくとも1つ有することを特徴とする知識処理システム。

【請求項2】 請求項1に記載される知識処理システムにおいて、前記データベースを構成する1レコードが複数の項目から構成され、そのうちの少くとも1つが観測事象を記述する項目であり、また、少くとも1つがその観測事象を説明するための原因を記述した項目であるデータベースを有することを特徴とする知識処理システム。

【請求項3】 請求項2に記載される知識処理システムにおいて、原因には、その原因を推定するために開いた判断根拠も含めることを特徴とする知識処理システム。

【請求項4】 請求項1乃至3のいずれか1項に記載される知識処理システムにおいて、前記データベースを検索するための条件も1つの知識となるという前提をもとに検索条件を一時的に格納する検索条件ファイルと、最終検索の終了後に、その検索に用いた知識を前記データベースに追加する処理手段を有することを特徴とする知識処理システム。

【請求項5】 請求項1乃至3のいずれか1項に記載される知識処理システムにおいて、前記データベースを検索する条件の作成過程を一時的に中断可能とするために、検索条件の作成結果を一時的に保存可能とするファイルを有することを特徴とする知識処理システム。

【請求項6】 請求項1乃至5のいずれか1項に記載される知識処理システムにおいて、前記データベースの検索条件として得られた知識に対して、新たな知識を付加することにより、新しい検索条件を作成する機能を有することを特徴とする知識処理システム。

【請求項7】 請求項1乃至6のいずれか1項に記載される知識処理システムにおいて、知識を蓄積した知識データベースにあらたな知識を追加登録する際に、追加表現する知識がすでに知識データベースに存在するか否かを確認後、存在していない場合にのみ知識データベースへの追加登録を許容する機能を有することを特徴とする知識処理システム。

【請求項8】 請求項1乃至7のいずれか1項に記載される知識処理システムにおいて、知識データベースに登録する知識表現の統一をはかるために、知識表現を知識データベースの各フィールドごとに記憶した検索項目データベースを有することを特徴とする知識処理システム。

【請求項9】 請求項1乃至7のいずれか1項に記載される知識処理システムにおいて、知識データベースに登

録した知識表現に対して、その内部に登録された知識表現を意識しないで、知識データベースの検索を可能とするために、知識データベースに登録された知識表現に対して類義語が定義されたシソーラスを有することを特徴とする知識処理システム。

【請求項10】 請求項1乃至9のいずれか1項に記載される知識処理システムにおいて、知識データベースに蓄積された知識対応に各知識の利用状況を管理する解析履歴データベースを有することを特徴とする知識処理システム。

【請求項11】 請求項10に記載される知識処理システムにおいて、利用状況に各知識の利用回数を含め、知識の出力時にはその知識の利用回数をもとにした表示あるいは利用回数をもとにした出力項目を制限する機能を有することを特徴とする知識処理システム。

【請求項12】 請求項5に記載される知識処理システムにおいて、中断処理手段は、生成された検索条件を知識として知識データベースに登録済か否かを管理する情報を有することを特徴とする知識処理システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、電子計算機を用いた人工知能技術における知識処理システムに関し、特に、知識の集約、体系化が可能な知識処理システムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、この種の知識処理システムは、「if～then～」という形式で記述されるルールを推論エンジン部で処理するという、処理記述言語によるプログラム上の処理として表現されていた。そのため、既に確定し、登録した知識群のなかから、ある条件に適合する1組のルールを選択している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記従来の知識処理システムでは、既に確定し、登録した知識群のなかから、ある条件に適合する1組のルールを選択するので、すでに登録された知識の誤りを修正しようしたり、あるいは新たに知識を付加使用すると、ルールを書き換えることになり、プログラムの変更、さらにはシステムを再構成する必要が生ずる。このため、従来の知識処理システムでは、ルールの修正、新規追加は極めて困難であった。

【0004】本発明は、前記問題点を解決するためになされたものであり、本発明の目的は、新たに創成された知識を付加（学習）する機能を有する知識蓄積システムを提供することにある。

【0005】本発明の他の目的は、蓄積された過去の解析知識を参照しながら、各評価データに基づき解析を支援するシステムを提供することにある。

【0006】本発明の他の目的は、知識の集約、体系化

が可能な知識処理システムを提供することにある。

【0007】本発明の前記ならびにその他の目的及び新規な特徴は、本明細書の記述及び添付図面によって明らかにする。

【0008】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために、請求項1の手段は、入力装置、処理装置、記憶装置、出力装置を有する知識処理システムにおいて、前記記憶装置に知識を格納したデータベースと、そのデータの任意の項目を現在「所有する知識」とし、任意の項目を利用すべき知識としてとり出すデータ処理プログラムとを組み合わせたサブシステムを少なくとも1つ有することを特徴とする。

【0009】請求項2の手段は、前記データベースを構成する1レコードが複数の項目から構成され、そのうちの少くとも1つが観測事象を記述する項目であり、また、少くとも1つがその観測事象を説明するための原因を記述した項目であるデータベースを有することを特徴とする。

【0010】請求項3の手段は、請求項2の発明の手段の中の原因には、その原因を推定するために開いた判断根拠も含めることを特徴とする。

【0011】請求項4の手段は、前記データベースを検索するための条件も1つの知識となるという前提をもとに検索条件を一時的に格納する検索条件ファイルと、最終検索の終了後に、その検索に用いた知識、すなわち検索条件ファイルの内容を前記データベースに追加する処理手段を有することを特徴とする。

【0012】請求項5の手段は、請求項1乃至3のいずれか1項に記載される知識処理システムにおいて、前記データベースを検索する条件の作成過程を一時的に中断可能とするために、検索条件の作成結果を一時的に保存可能とするファイルを有することを特徴とする。

【0013】請求項6の手段は、前記データベースの検索条件として得られた知識に対して、新たな知識を付加することにより、新しい検索条件を作成する機能を有することを特徴とする。

【0014】請求項7の手段は、知識を蓄積した知識データベースにあらたな知識を追加登録する際に、追加表現する知識がすでに知識データベースに存在するか否かを確認後、存在していない場合のみ知識データベースへの追加登録を許容する機能を有することを特徴とする。

【0015】請求項8の手段は、知識データベースに登録する知識表現の統一をはかるために、知識表現を知識データベースの各フィールドごとに記憶した検索項目データベースを有することを特徴とする。

【0016】請求項9の手段は、知識データベースに登録した知識表現に対して、その内部に登録された知識表現を意識しないで、知識データベースの検索を可能とす

るために、知識データベースに登録された知識表現に対して類義語が定義されたシソーラスを有することを特徴とする。

【0017】請求項10の手段は、知識データベースに蓄積された知識対応に各知識の利用状況を管理する解析履歴データベースを有することを特徴とする。

【0018】請求項11の手段は、利用状況に各知識の利用回数を含め、知識の出力時にはその知識の利用回数をもとにした表示あるいは利用回数をもとにした出力項目を制限する機能を有することを特徴とする。

【0019】請求項12の手段における中断処理手段は、生成された検索条件を知識として知識データベースに登録済か否かを管理する情報を有することを特徴とする。

【0020】

【作用】前述の手段によれば、知識体系は記憶知識と思考知識を基本単位として構成され、これを電子計算機を用いたシステムで実現するために、記憶知識を蓄積するデータベースと、思考知識を構成する処理プログラムとに分離し、さらにそれらが一体として管理されるので、新たに創成された知識を付加（学習）することができる。

【0021】また、蓄積された過去の解析知識を参照しながら、新しい事象に対する解析を支援することができる。

【0022】また、思考知識としてのプログラム処理としては、データベースの検索を基本とする処理とし、記憶知識としては、判断結果を含む一連の知識を蓄積したデータベースとすることにより、従来の知識処理システムにおける「if～then～」という、プログラム記述による知識表現を可能な限り廃止する、あるいは「if～then～」という、プログラム記述は全く使用しないでシステム構成が可能である。また、記憶知識を蓄積した知識データベースの構造と基本的に同じ構造を有する検索条件ファイルを備えることにより、処理プログラムの実行過程における利用すべき知識の確定状況の管理を可能にすることができる。

【0023】また、処理プログラムの実行状況が利用すべき知識の確定状況として、検索条件ファイルによって管理することができたために、従来のプログラム処理型の知識処理システムでは、殆ど不可能あるいは全く不可能であった処理の中断、再開機能、あるいは新規知識の追加を極めて容易に実現することができる。

【0024】また、付帯管理情報を記憶するいくつかのファイルを同一知識体系内で一体管理するので、解析の履歴、システムの使用状況の管理を可能にすることができる。

【0025】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を用いて詳細に説明する。

10

20

30

40

50

【0026】(1)人間の知識体系と知識処理システム
 発明者は、人間の知識形態として、従来の知識処理システムで取り扱っている推論的知識だけでは、充分説明できないと考えている。このため、発明者は、人間の知識体系は、思考知識と記憶知識とによって構成されていると考える。発明者が定義する思考知識とは、ある事象に対して、その結果として引き起こされる結論を推考する知識であり、従来の知識処理システムで定義されている推論的知識と同一の概念であり、人間の思考に対応する知識である。一方、記憶知識は、事象そのもの、あるいは、結論そのものを、ある視点に基づいて分類し集積した知識であり、人間の「記憶」に対応する知識である。このように考えると、人間の知識体系は、「思考知識」に相当するプログラム处理的要素と、この「記憶知識」に相当するデータベース的要素とに整理することができる。

【0027】(2)知識処理システムの構成

図1は、本発明の一実施例の知識処理システムの構成を示すブロック図であり、1は電子計算機(コンピュータ)、2は外部記憶装置、3は入力装置、4は外部検索条件ファイル、5は出力装置である。

【0028】前記電子計算機1は、思考知識に対応するシステム制御部11、外部記憶装置に格納されている外部データベースを検索する検索制御部12、出力制御部13、検索項目データベース14、解析履歴データベース15、不良知識データベース16、システム管理ファイル17、検索条件ファイル18を備えている。

【0029】前記外部記憶装置2には、複数の外部データベース21、22、23、24が格納されている。前記ファイルとデータベースとは特に区別していないが、ここでは、長期的にデータを保存するものをデータベース、短期間で十分なものをファイルと呼んでいる。

【0030】図2Aは、本実施例における知識体系を説明するための図であり、100は人間の全知識体系、101は知識体系A、102は知識体系B、103は知識体系C、104は知識体系Dである。

【0031】図2Bは、図2Aの各知識体系の機能構成を示すブロック図であり、101X、102X、103Xはそれぞれ記憶知識を蓄積するデータベースであり、101Y、102Y、103Yはそれぞれ思考知識を構成する処理プログラムである。

【0032】従来の知識処理システムにおいては、人間の「思考」に注目するあまり、人間の「記憶」に関する考慮が充分なされていなかったが、本実施例では、「思考」と「記憶」を不可分のものとして扱うことを特徴とする。いま、人間の知識処理体系において「思考」と「記憶」とが不可分であることを図2A及び図2Aに例示する。

【0033】人間の全知識処理体系100は、図2Aに示すように、個別の知識体系、すなわち、知識体系A 1

01、知識体系B102、知識体系C103等の集合体として表される。各知識体系101、102、103は、図2Bに示すように、記憶知識と思考知識を基本単位として構成され、これを電子計算機1を用いたシステムで実現するために、記憶知識を蓄積するデータベース101X、102X、103Xと、思考知識を構成する処理プログラム101Y、102Y、103Yとに分離し、さらにそれらが一体として管理されるようになっている。

10 【0034】図3は、図2Bに示す各知識体系における知識処理の手順を示すフローチャートである。複数の知識体系を保有するシステムは外部から加えられた情報、すなわちトリガ知識によって実行を開始する。トリガ知識を入力すると(ステップ301)、トリガ知識により、記憶知識データベースが検索される(ステップ302)。記憶知識データベース内にトリガ知識と合致する記憶知識を保有する知識体系を選び出すことにより、思考対象とする知識体系を決定する(ステップ303)。

20 【0035】次に、各知識体系内での処理手順を説明する。

【0036】対象とする知識体系が決定されたので、その知識体系が保有する思考知識の処理プログラムによって演算を開始、実行する(ステップ304)。ここで必要に応じ、思考を支援する外部データが要求される(ステップ305)。処理の進行に伴い、処理プログラムは中間結果を出力する(ステップ306)。この中間結果の出力は処理の中断を意味し、ここで判断がなされる。この判断によって、思考は、2種類の選択がなされる(ステップ307)。すなわち、中間結果がすでに満足すべき結論をあたえている場合(第1の選択枝)には、中間結果をそのまま結論として処理を終了する(ステップ308)。中間結果がまだ不十分な結果しか与えていない場合には、さらに思考は、2種類の選択がなされる。(ステップ309)。すなわち、これまで思考を進めてきた知識体系内で思考を断続する場合(第2の選択枝)には、このまま処理を再開し(ステップ310)、当該知識体系による結論を出力し(ステップ311)、処理を終了する。また、これまで、思考を進めてきた知識体系内での思考を終結し、他の知識体系へ思考を遷移させる場合(第3の選択枝)には、中間結果を新たなトリガ知識として、他の知識体系内の記憶知識データベースの検索を行い、思考を遷移すべき知識体系を決定し(ステップ312)、新たに遷移した知識体系内での演算を実行する(ステップ313)。

【0037】図4は、本実施例の不良知識の関連図、図5Aは、本実施例の不良知識データベースの構造を示す図、図5Bは、検索条件ファイルの構成を示す図である。

【0038】図6A及び図6Bは、本実施例の検索条件ファイルを用いた知識の更新手続きを説明するための

フローチャートである。

【0039】図7は、本実施例のシステム管理ファイルの構成を示す図であり、701は解析担当者、702は解析対象LSI、703は解析開始日時、704は解析条件ファイル使用状況管理フラグである。

【0040】(3)知識の管理方法と処理の手順

(3-1)トリガ知識による知識体系の選択

次に、本実施例による知識体系における知識処理の手順を説明する。図2に示すように、いま、知識体系A101内の記憶知識には、a、b、cのデータが、知識体系B102内の記憶知識には、b、d、eのデータが、知識体系C103内の記憶知識にはc、d、eのデータが蓄積されていると仮定する。この時の、人間の思考の発展過程を考察してみる。いま、人間に対して、トリガ知識aが加えられたとする。トリガ知識は、視覚情報、あるいは聴覚情報、あるいは臭覚情報、あるいは触覚情報、あるいは味覚情報等のいわゆる五感情報として入力される(図3のステップ301)。トリガ知識が入力されると、その知識が存在する知識体系を検索することになる(図3のステップ302)。図2Aの例においては、知識aが存在する知識体系A101が決定される(図3のステップ303)。トリガ知識の種類が少なく、知識体系が決定できない場合には、トリガ知識を知識体系が決定できるまで更に要求することになる。この例の場合には、トリガ知識aにより、知識体系A101が決定され、思考が開始される。知識体系A101内の思考は、思考知識101Yとして蓄積されている思考手順に従って進行する(図3のステップ304)。この思考を進めていくと、記憶知識内の知識データbが活用される。人間の思考としてはこのまま知識体系A101内で思考を継続することも許容されるが、この知識データにより、他の知識体系への遷移も可能となる。人間の思考過程の中では、この判断は、無意識的ではあるが、ある価値基準により決定されていると推測される。この知識データbは新たなトリガ知識となり、知識体系の検索が実行され、知識体系B102が定まり、思考は知識体系B102に蓄積された思考手順に従った思考へと遷移する(思考遷移)。知識体系B102に遷移した後は、思考はこの思考知識に基づいて進行するわけであり、過去の思考体系、この場合には思考体系Aでの思考経験は、忘れ去られることも許容される。思考体系Bで思考がなされていくと、記憶知識cが活用される。この時、記憶知識cは先の場合と同様、新たなトリガ知識となりうる。このトリガ知識cにより思考が知識体系Aに復帰することがありうる(思考の復帰)。思考がそのまま知識体系B内で継続実施されると、思考過程で記憶知識dが活用される。この記憶知識dもトリガ知識と成りうる。このトリガ知識dによって思考の遷移がおり、思考は知識体系Cへと遷移する。このように、思考が新たな知識体系へ次々と遷移していくという形態をとる。

つまり、思考は「井戸端会議」化することになる。このように、知識体系として、記憶知識と思考知識とが一体管理される知識体系を複数構成することにより、極めて人間の思考を忠実に実現しうる知識体系が創成されることがわかる。

【0041】前記の例では、トリガ知識によって、知識体系が一つだけ選択される場合を考えた。しかしながら、トリガ知識によって、唯一の知識体系だけが選択されるとはかぎらない。例えば、いま、最初のトリガ知識として知識bが入力されたとすると、知識体系として、知識体系A101と知識体系B102とが選択される。前記の例では、この知識体系の内の一つを選択するために、トリガ知識の種類が不十分であるため、新たなトリガ知識を要求するとした。

【0042】しかし、人間の場合新たなトリガ知識の要求をせずに知識体系A101と知識体系A102の選択が無意識的になされる。一方、人間の場合この選択は並列思考が通常極めて困難であるため必然的になされている。この人間の思考の中での具体的な選択方法については不明である。無意識のもとにある基準でこの選択がなされているとしか現状では言いがたい。トリガ知識が不十分な場合に電子計算機1を用いて知識体系の選択を行わせるとすれば、例えば、乱数発生等により選択することが、「無意識性」を実現する方法の一つである。一方、電子計算機1を用いた場合には、人間の思考と異なり、効率的な知識処理が実現される可能性を持っている。すなわち、すでに述べたように、人間の思考の場合には、複数の思考体系での思考を実行することはかなり困難であると感じるが、電子計算機1を用いる場合には、唯一の思考体系を敢えて選択せず、並列処理によって複数の思考を同時に実施することも可能となる。並列処理化を可能とする具体的手法については後に別途説明する。

【0043】(3-2)記憶知識と思考知識との一体管理

このシステムを電子計算機1を用いて実現する場合には、記憶知識を蓄積するデータベースと思考知識を構成する処理プログラムとによって実現され、その記憶知識が思考知識と関係づけられて一体管理されて構成される。すでに述べたように、個々の知識体系への遷移、知識体系の選択は、トリガ知識による検索として実行されることになる。その知識体系のもとで思考知識が活用されている。このためには、記憶知識と思考知識とが一体に管理されている必要がある。従来データベースシステムにおいては、関係データベース構造が存在し、複数のデータベースが関係づけられて一体管理されている。しかし、これまでにデータベースと処理プログラム部とが一体管理されるようなシステムは存在していない。データベースと処理プログラムとに同一の管理ラベルを付与すれば、データベースと処理プログラムとの一体管理が

可能となる。例えば、ここに示した例では、データベースと処理プログラムに、知識体系Aと記述された同一の管理ラベルを付与することにより一体管理が可能となる。

【0044】また、思考の途中過程で他の知識体系への遷移を許すためには、処理プログラムにおける途中出力結果が得られた時点で他の知識体系中の記憶知識データベースを検索することが許容されることになる。この時、データベースの検索は、データベース内に存在する全データを対象として検索される。そして、このトリガデータによる検索出力結果は、先に付与された管理ラベルであり、この管理ラベルにより遷移対象となる知識体系が指定される。この手続きが図3の301～303に示されている。

【0045】(4) 知識処理の中断、再開機能の必要性次に、ここで従来の知識処理システムでは実現されていない処理の中断、再開機能についての新しい発明について説明する。

【0046】図3に示すように、思考の途中出力に伴って(図3のステップ306)、当該知識体系の中で思考を続行するか、他の思考体系に遷移するかの判断が行われる(図3のステップ307及びステップ309)。このとき、当該知識体系内の思考(プログラムによる演算)は中断され、その判断がなされることになる。また、人間がある解析を実行している場合には、この判断のために思考をはなれて、具体的に実験をし、その実験によって入手した結果をもとに判断をする、という手続きが存在する。すなわち、実験結果を新たなトリガ知識として追加入力し、思考を再開するということが生ずる(図3のステップ305の外部データ入手に伴う中断)。あるいは、思考が長期間におよび、夜間には中断し、翌朝思考を再開するということもあり得る、しかし、これまでの知識処理システムでは、思考の「中断、再開機能」は全く存在していない。また、ある思考が中断している間に、他の思考を開始するという、「別思考開始処理」機能は全く存在していない。

【0047】(5) 個々の知識体系の具体的構成ここでは、このような思考を実現する例を図1に示す。ここでは、具体的な例として不良解析を実施するシステムについて説明する。なお、不良解析や故障解析を実施するシステムは、この種の知識処理システムのもっとも活用が期待されている領域である。

【0048】すでに説明したように、各知識体系は、過去の不良知識を記憶する不良知識データベース(記憶知識に対応)とシステム制御部(思考知識に対応)11を基本構成要素とする。そして、さらに、すでに述べた「中断、再開機能」や「別思考開始処理」を実現する付属機能を付与する必要がある。すなわち、この機能を実現するために、電子計算機1により実現する知識体系は、不良知識データベース16及びシステム制御部11

他に、検索条件ファイル18、検索項目データベース14、解析履歴データベース15、システム管理ファイル17、外部データベース21乃至24及びその検索制御部12を有している。また、思考を支援するトリガ知識は、「外部データベース」として接続されている。

【0049】(6) 知識の継承性を考慮した不良知識データベースの構造

すでに述べたように不良知識はデータベースとして蓄積されている。また、この時、不良知識はいわゆる不良形態知識と観測知識と図4のように関連づけられている必要がある。いま集積回路装置の不良品の解析を実行するシステムを例として示している。不良形態知識は、例えばLSIのテスト結果として評価される知識であるが、LSIの最終的な不良形態を説明する知識であり、いわゆる「現象」を記述している。観測知識は、LSIの製造過程で、製造装置の使用状況、検査装置の検査結果として定義される知識であり、いわゆる「原因」を記述する。ここで、製造装置以外の製造環境を記述するデータも観測知識とすることができる。

【0050】まず、不良データベースに蓄積される知識データの形態について例をあげて説明し、さらに知識の「継承性」について説明する。例えば、この検査知識は不良形態、あるいは欠陥形態に関連づけられた知識として不良データベースに蓄積される。すなわち、当該不良が生ずるためには、「この検査知識は～である。」という必要条件として記述される。例えば「MOSFETのしきい値電圧が高い」不良形態にたいして、「ゲート絶縁膜は厚い」という知識が記述される。また、この時、装置としては「ゲート絶縁膜酸化装置」が記述され、処理条件としては「処理時間が長い」というように記述される。ここで実現した知識処理システムにおいては、それぞれの不良発生知識をデータベースの1レコードに対応づけている。従って、例えば、「ゲート絶縁膜は厚い」という知識に対して、「ゲート絶縁膜酸化装置」の処理条件として「酸化温度が高い」という知識は、もう1つのレコードとして蓄積されている。また、ここで、具体的な絶縁膜の厚さの数値データや酸化温度のデータ、酸化時間のデータは製品対応に外部データベースに蓄積されている。また、この時、「ゲート絶縁膜は厚い」という知識や、「酸化温度が高い」という知識は、数値データとして蓄積されている外部データを参照して記述される。当然、この時、比較対象となるデータと基準データの両者が外部データベースとして蓄積されており、それが検索され、ある判断基準によってここに示した知識データに変換される。通常の知識処理システムの場合、この知識データへの変換は、解析担当者によってなされる。また、この判断は、基準データと判断基準が明確であれば、容易に実行できる。ここで従来の知識処理システムと本発明との大きな相違点について説明する。従来のシステムでは、判断基準そのものが「if～

then～」形式のプログラムに記述される形式をとっている。この判断基準は、解析対象とする技術の進歩に大きく依存する。例えば、集積回路の製造技術の場合には、2 μ mの技術の場合でも、1 μ m技術の場合でも「ゲート絶縁膜は厚い」場合には「MOSFETのしきい値電圧が高い」という現象は変化ないが、技術の進歩に応じて「厚い」と判断するゲート絶縁膜の厚さは変化する。従って、「ゲート絶縁膜は厚い」という原因に対して「MOSFETのしきい値電圧が高い」という現象知識を対応づけて不良知識データベースに蓄積しておけば、技術の進展にかかわらず、その知識の活用が可能となる。そして、「厚い」と判断する基準は、外部データベースに蓄積する形態とすることにより、判断とその基準が分離され、判断に関わる。知識の継承が容易となる。すなわち、知識データとして、前記「原因」に対して、「原因」の状況判断結果を含めて知識データとして記憶することにより、知識の継承を可能とする記憶知識が実現できる。

【0051】(7) 知識処理の方法(思考知識の構成)
LSIの不良解析を実施する場合、観測知識は複数におよび、さらにその観測知識相互間の関係は数学的に独立の関係であることが一般的である。このため、従来の知識処理システムで記述されるような、「if～then～」形式の従属の関係で記述することが極めて困難である。さらに、従来の知識処理システムでは、「if～then～」形式でプログラム記述するため、あらかじめ知識相互間の関係を記述する関連木構造の整理が必要となる。しかし、本発明で要求する知識相互関係は、各観測知識と、不良形態知識との関連付けのみを要求するだけであり、関連木構造で記述する知識構造をあらかじめ作成しておく必要がないという利点がある。図4に示した知識構造は、検査知識を中間知識とする構造であり、中間知識を考慮することにより、不良形態知識と製造装置の製造条件、使用材料の関係づけを容易にしているが、検査知識も、装置の処理条件も観測知識であり、関連木構造として構成されているわけではない。本知識処理システムが関連木構造の知識整理を必要としない理由は、従来の知識処理システムでは、知識データと判断が分離しており、判断をプログラム処理として実行していることに對し、本システムでは、知識データとその判断結果を一体化した記憶知識としてデータベースに蓄積していることにある。このようなデータ形式を持つことにより、思考知識、すなわち、プログラム演算は、得られた観測知識による不良知識データベースの検索という汎用機能のみにすることができる。具体的にいえば、「ゲート絶縁膜は厚い」という記憶知識の検索により、「MOSFETのしきい値電圧が高い」という現象を検索出力することも可能となるし、また、原因となる候補装置として「ゲート絶縁膜酸化装置」、及びその処理条件「酸化温度が高い」という出力情報を提供することも可

能となる。また、本実施例のシステムでの処理プログラムが「if～then～」形式の思考のような方向性を意識したプログラムとならないことも理解されよう。

【0052】(8) 知識処理の中断、再開機能
思考知識が単純な検索演算となった結果として、処理の「中断、再開」及び「割り込み」が実現できることは、以下の説明で明らかとなる。図4の知識体系を例とした場合の不良知識データベースの構造は、図5A及び図5Bに示した通りである。各記憶知識はデータベースの1レコードとして定義されている。いま、図5A及び図5Bに示すような知識が蓄積されている。一方、検索条件は基本的には不良知識データベースと同一構造とする。但し、この例では、不良知識データベースでは知識番号が管理され、検索条件ファイルでは解析担当者名が管理されているところが唯一の違いである。すでに述べたように、システムは解析過程でトリガ知識を要求する。このトリガ知識の要求は、検索条件ファイルのフィールド名称に従って順次要求する。いま、ある欠陥形態に対して不良原因となる装置を出力する場合を考える。まず、トリガ知識として解析対象とする欠陥形態の名称が要求される。いま、この知識を「A」とすると、ここで検索要求を実施すると、候補装置としては「A」及び「B」の装置名称が出力される。次に、システムはトリガ知識として検査知識1を要求する。この知識を「A」とする。すなわち、検索条件ファイルには、各フィールドに順次トリガ知識データが記述されていく。この段階で検索要求を実施すると、候補装置としては「A」及び「B」の装置が出力され、まだ候補装置を確定することはできない。次に、システムはトリガ知識として検索知識2を要求する。この知識を「A」とする。この時点での検索要求に対してシステムは候補装置として「A」のみを出力することができる。

【0053】以上説明したように、検索条件ファイルのフィールドを順次トリガ知識によって埋めていくことにより、原因候補の絞り込みが可能となる。検索条件ファイルを知識データベースの管理体系(知識番号による管理体系)とは別の管理体系、すなわちここでは解析担当者注目した管理体系とすることにより、検索条件ファイルの内容は保存でき、処理の「中断、再開」に極めて容易に対応することができる。また、検索条件ファイルが各解析担当者ごとに管理されていることから、他の解析担当者の解析経過と区別して管理することが可能となり、処理の中断中の他者の「割り込み」も容易に実現可能となる。また、システムは基本的に検索条件のみにより制御されるため、処理の並列化も容易となり、複数の知識体系に対する解析のみならず同一知識体系内の複数現象の同時解析も容易に実現できる。

【0054】(9) 検索項目データベースによる知識表現の統一

ここで、図1に記載されている検索項目データベース1

4の機能を説明しておく。現状のデータベースシステムにおいては、知識データの内容として、その表現を正確に定めていないと検索が不可能となる。すなわち、解析担当者は、検索条件ファイル18に同一表現でトリガ知識を記述しなければならない。検索項目データベース14は、不良知識データベース16に記述される知識表現を不良知識データベース16の各フィールド対応で管理し、データベース化したものである。解析担当者は、トリガ知識の入力時に常にこのデータベースを参照し、表現形式の統一を図ることになる。また、新たな知識表現を追加する場合には、不良知識データベース16へのデータ登録の前に、検索項目データベース14への登録が前提となる。

【0055】解析担当者に自由な表現を許容する場合には、各表現に対して類義語の定義をしたいいわゆるシソーラスを備えた検索システムを実現することも可能であるが、日常用語に対するシソーラスとしても、数万語におよぶデータを蓄積しなければならない。また、この時、シソーラスデータの検索という新たな処理が必要となる。このため、本発明では、システムに蓄積する記憶量の削減、及び検索の高速化の観点から、本検索項目データベース14の参照により表現を統一した。

【0056】(10)新知識の追加方法
従来の知識処理システムは、知識の更新に対して、いわゆるナレッジエンジニアを必要とした。このナレッジエンジニアは、新たな知識の発生に伴い、「if～then～」形式のプログラムを新たに記述することが業務である。これは、極めて専門的業務であり、知識の追加、変更に対してこのような専門家の支援をうけることは容易ではない。このため、極めて容易に知識の追加、変更ができることが望まれる。本発明では、不良知識は従来形式のデータベース構造を基本として構築したわけであるから、この知識データの追加、変更のためには、データベース一般の知識があれば、容易に実施でき、ナレッジエンジニアに対応する高度な専門的知識は必要としない。しかし、さらに一般的利用者を対象とした場合、データベースの知識すら要求しないシステムであることが一層望ましい。すでに述べた不良知識データベースの構造、及び検索条件ファイルの構造は新規知識の追加を極めて容易に実現できる。この手続きを図6A及び図6Bに示す。

【0057】ここに示す例では、異常処理装置候補が出力されると、製造技術者は、その装置を具体的に検査することになる。このとき、製造条件として新たに「C」という異常知識が発見されたとする。この知識が検索条件ファイルに登録される。この登録は、不良を解析し製造条件を修正しなければならない製造技術者にとっては「わずらわしい」仕事である。このため、本発明のシステムでは、この登録状況を管理する「システム管理ファイル」を保有している。「システム管理ファイル」の役

割については後ほど説明する。データが登録された検索条件ファイル18は、一つの不良知識であり、これを不良知識データベース16に登録することになる。しかし、この検索条件ファイル18に登録された知識が真に「新しい」知識であった場合にのみ不良知識データベース16へ登録すれば充分であるので、本発明のシステムでは、この知識が「新しい」知識であるか判別する機能を保有している。すなわち、検索条件ファイル18の解析担当者名以外の全知識内容と一致する知識が不良知識データベース16に存在しない場合のみ「新」知識として新たな知識番号を付与して追加登録することとした。

【0058】本実施例の検索条件ファイル18を用いた知識の更新手続は、図6A及び図6Bに示すように、ステップ601で本知識処理システムによる解析すると、異常処理装置候補の出力が得られる(ステップ602)。例えば、「工程Aの製造装置Aの処理が異常であった可能性があります」という出力が得られる。この出力に基づいて製造装置Aの処理状況の検査を行う(ステップ603)。そして、その検査結果の確定を行う(ステップ604)。例えば、「製造条件が異常、状況はCである」というように検査結果を確定する。その検査結果を検索条件ファイル18に登録する(ステップ605)。次に、不良知識データベース16を検索し、同一不良知識がすでに登録されているか否かを確認する(ステップ606)。その結果が、「登録されていない」の場合は、不良知識データベース16に登録する(ステップ607)。一方、前記結果が、「登録済」の場合は、「該当知識番号」を出力し(ステップ608)、解析履歴データベース15に知識利用回数を加算する(ステップ609)。

【0059】なお、図6A及び図6Bにおいて、斜線を施したステップは、本システムと対話する処理及びシステムが実行する処理であり、空白のステップは、製造技術者が本システムから離れて実施する処理である。

【0060】一般に、データベースの検索速度は高速であるとはいえない。また、この検索時間は、蓄積されたデータ量に依存する。このため、高速な検索を実施するためには、少なくとも重複した知識の登録をさける必要がある。ここに述べた機能を保有することにより、知識の重複登録をさけることが可能となり、不良知識データベースに必要最少量の知識の登録が可能となる。

【0061】(11)解析履歴データベースによる解析経験の保存

検索条件ファイル18に登録された知識がすでに不良知識データベース16に登録済みの場合は、不良知識データベース16内で管理されている「知識番号」に対応づけて登録使用とした回数、すなわち、当該不良の発生回数が管理される。この回数は、解析履歴データベース15に保存される。解析履歴データベース15では、例えば、集積回路製造技術の場合には、解析対象LSI、製

造技術バージョン、設計技術バージョン等の管理フィールドを保有し、それらの技術、製品対応に知識の利用状況、すなわち不良の発生状況が管理される。この解析履歴データベース15に解析履歴が蓄積されていくと、LSIの不良の発生状況を例えば「バレット図」化して出力する等の品質管理データとして長期的製造状態の把握が可能となる。また、解析履歴データベース15は、不良知識データベース16と「知識番号」によって関連づけられたいわゆる関係データベース構造となる。従って、「知識番号」をさらに展開し、具体的に製造装置の異常の発生状況のレベルで「バレット図」化して品質管理データとすることも可能となる。

【0062】(12) 誤り知識の許容方法

従来の知識処理システムでは、知識の誤りは推論するプログラム自体の誤りに対応する。このため、誤りの修正のためには、プログラム自体を書き換える必要が生ずる。本発明が提供するシステムは、誤った知識であっても、知識データベースへの蓄積を許容するし、必ずしも、誤り知識の削除を要求しない。これが実現できる理由は、解析が繰り返されるに従って、知識データベースの知識が更新されると同時に、解析履歴データベース15で管理されている知識の利用回数も更新されていくことによる。すなわち、もし、誤り知識が知識データベースに登録されたとしても、その知識の利用頻度は、極めて低いはずであり、極端に言えば登録された時だけに限定され、当該知識の利用回数は1回だけとなるはずである。例えば、バレット図のような出力を想定すると、優先度が極めて低くなり、その誤り知識は実質的には無視可能となる。

【0063】(13) システム管理ファイルによる知識の登録管理

最後にシステム管理ファイル17の機能を説明する。システム管理ファイル17は、図7に示す構造を有している。解析担当者がこのシステムを利用する場合にこのファイルが先ず作成される。このファイルにより、解析担当者名（もし同一解析担当者が複数の現象の解析を実施する場合にはそれを考慮して命名すればよい）対応に解析対象LSI名、検索条件ファイル18の使用状況が管理される。解析対象LSIが定まれば、当該LSIに対する、設計技術バージョン、製造技術バージョンは確定されるはずであり、後に、解析履歴データベース15に解析対象LSI対応で設計技術バージョン、製造技術バージョンが蓄積されることを考えると、この時点で設計技術バージョン名、製造技術バージョン名をシステム管理ファイル17に入力しておいても何ら問題はない。しかし、システム管理ファイル17の基本機能としては、設計技術バージョン名、製造技術バージョン名が記載されているか否かは、本質の問題ではないので、図7では省略されている。

【0064】検索条件ファイル18の使用状況管理フラ

グは、検索条件ファイル18が生成されると、例えば記号「0」が記入される。したがって、解析担当者が本発明の知識処理システムで解析を実行中は、当該フラグは常に「0」が蓄積されている。このフラグは検索条件ファイル18の内容が、不良知識データベース16へ登録される、あるいは、前述した説明のように、登録状況が解析履歴データベース15に登録されると、例えば記号「1」が記入される。このようにしておく、解析担当者の上司であるシステムの管理者はこのフラグを参照し、解析担当者毎に解析開始以降の期間を知ることができる。十分長い時間が経過後は、解析は終了し、検索条件ファイル18の内容は、不良知識データベース16に登録されるか、解析履歴データベース15が更新されているはずである。したがって、このフラグが十分な時間経過後、変化していない場合には、システムの管理者は、解析担当者に解析状況や知識の登録状況を問い合わせる等の行動がとれることになる。

【0065】このシステム管理ファイル17は、基本的には、現状のシステムの利用状況を管理しているものであり、システム管理ファイル17の内容は、フラグが「1」になっていれば、削除可能である。また、システム管理者が、各解析に要した時間を知りたい場合には、解析終了時間を記憶するフィールドを設け、データベースとして管理することも可能となる。

【0066】以上の説明からわかるように、図7に示す構造を持つ、システム管理ファイル17を有することにより、システムの利用状況を完全に把握することができる。

【0067】以上、本発明を実施例に基づいて具体的に説明したが、本発明は、前記実施例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々変更し得ることはいうまでもない。

【0068】

【発明の効果】以上、説明したように、本発明によれば、電子計算機上に個々の知識体系を複数個構成することにより、個々の知識体系内でのいわゆる知識処理を極めて単純に実行することが可能となる。また、個々の知識体系の出力結果（中間出力も含む）によって他のシステム体系内の記憶知識の検索により、複数の知識体系と相互に関連づけることが可能となる。これにより、電子計算機を用いた知識の集約、体系化が可能となる。これらの結果として、人工知能の実現に利用可能な方式を提供していることになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例の知識処理システムの構成ブロック図、

【図2A】 本実施例における知識体系を説明するための図、

【図2B】 図2Aの各知識体系の機能構成を示すブロック図、

17

【図3】 図2Bに示す各知識体系における知識処理の手順を示すフローチャート、

【図4】 本実施例の不良知識の関連図、

【図5A】 本実施例の不良知識データベースの構造を示す図、

【図5B】 本実施例の検索条件ファイルの構成を示す図である。

【図6A】 本実施例の検索条件ファイルを用いた知識の更新手続きを説明するためのフローチャート、

【図6B】 本実施例の検索条件ファイルを用いた知識の更新手続きを説明するためのフローチャート、

【図7】 本実施例のシステム管理ファイルの構成を示す図。

【符号の説明】

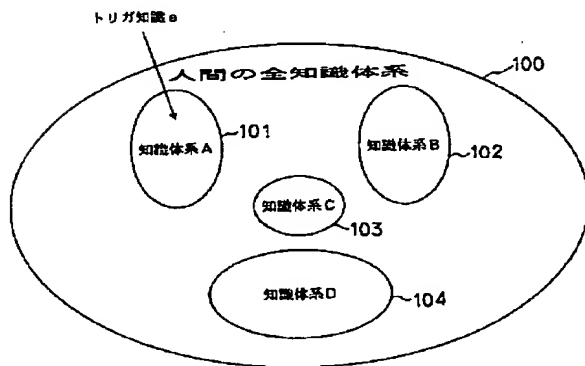
*

18

* 1…電子計算機（コンピュータ）、2…外部記憶装置、3…入力装置、4…外部検索条件ファイル、5…出力装置、11…システム制御部、12…検索制御部、13…出力制御部、14…検索項目データベース、15…解析履歴データベース、16…不良知識データベース、17…システム管理ファイル、18…検索条件ファイル1、8、21、22、23、24…外部データベース、100…人間の全知識体系、101…知識体系A、102…知識体系B、103…知識体系C、104…知識体系D、101X、102X、103X…記憶知識、101Y、102Y、103Y…思考知識、701…解析担当者、702…解析対象LSI、703…解析開始日時、704…解析条件ファイル使用状況管理フラグ。

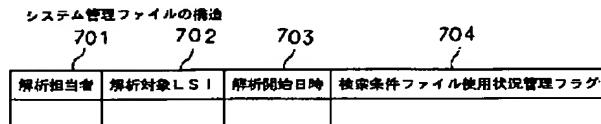
【図2A】

図2A



【図7】

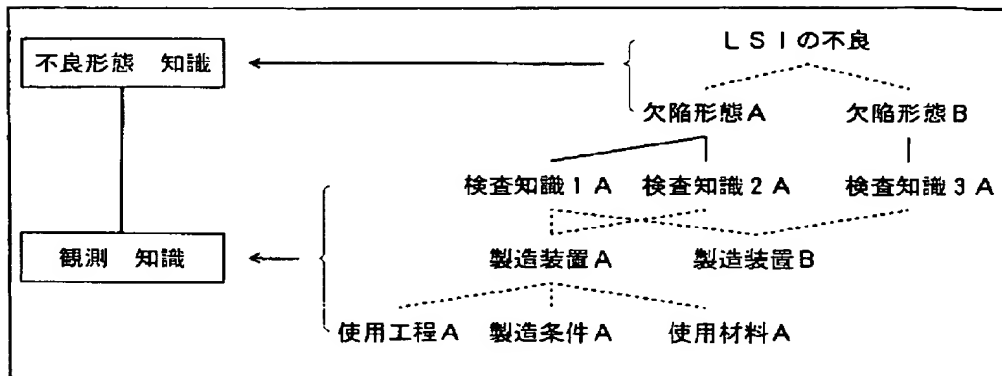
図7



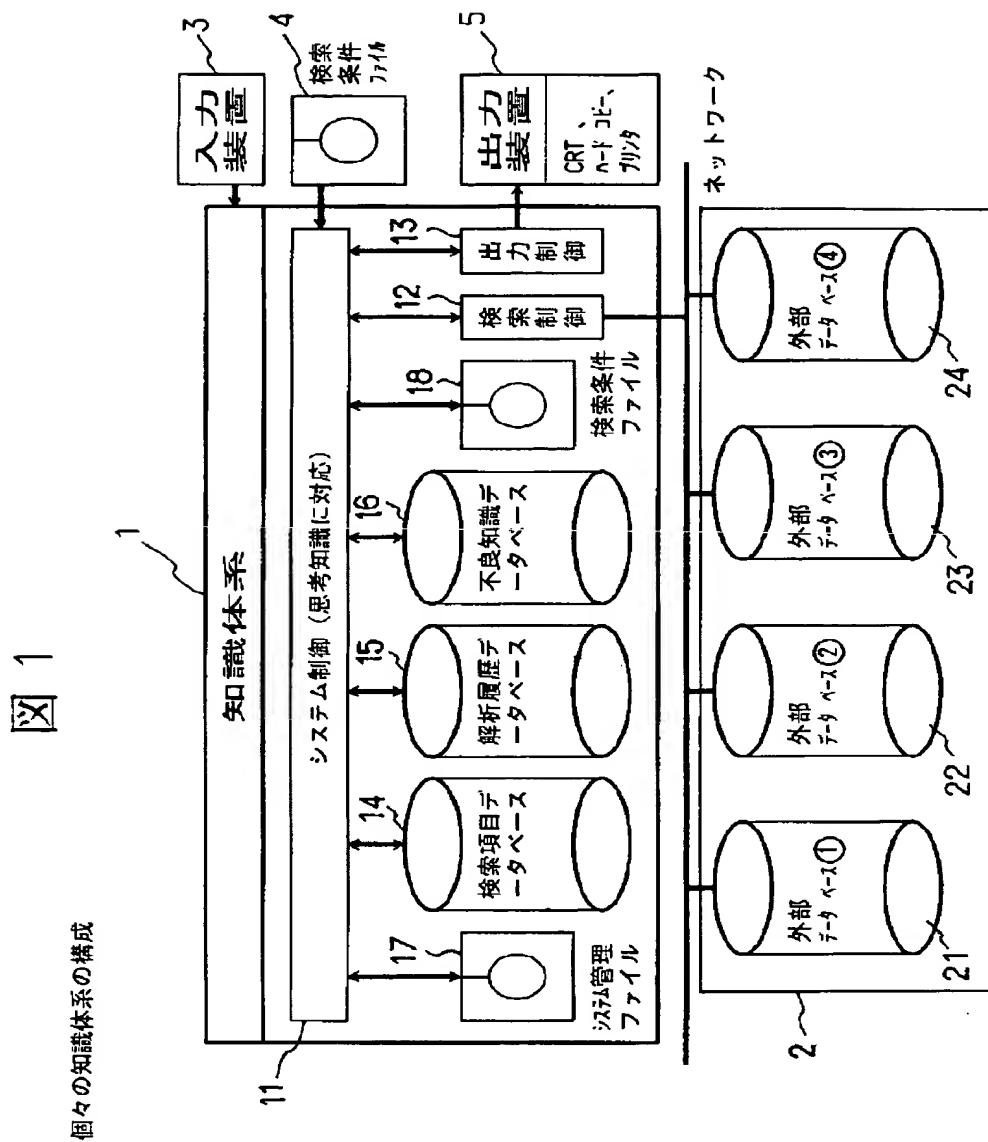
【図4】

図4

不良知識の関連図

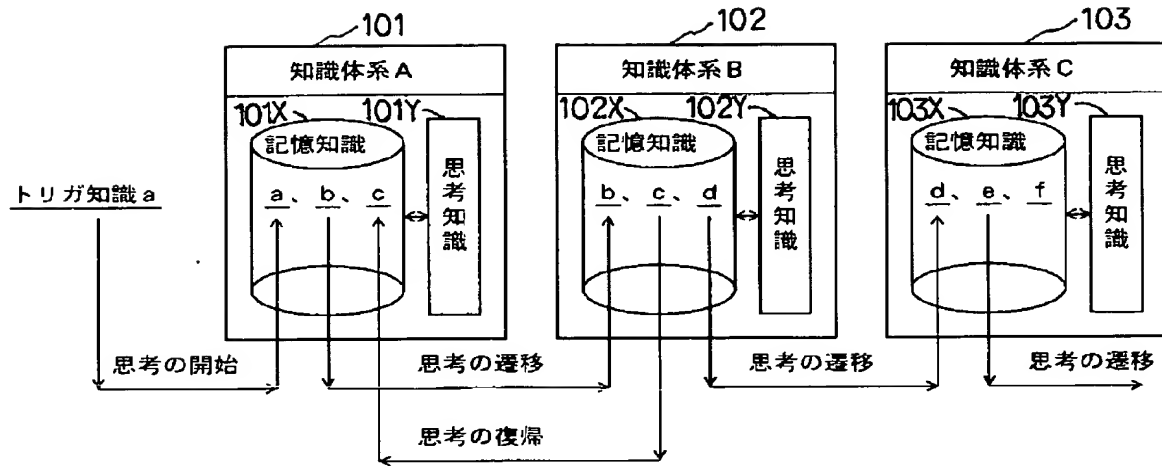


【図1】



【図 2 B】

図 2 B



【図 5 A】

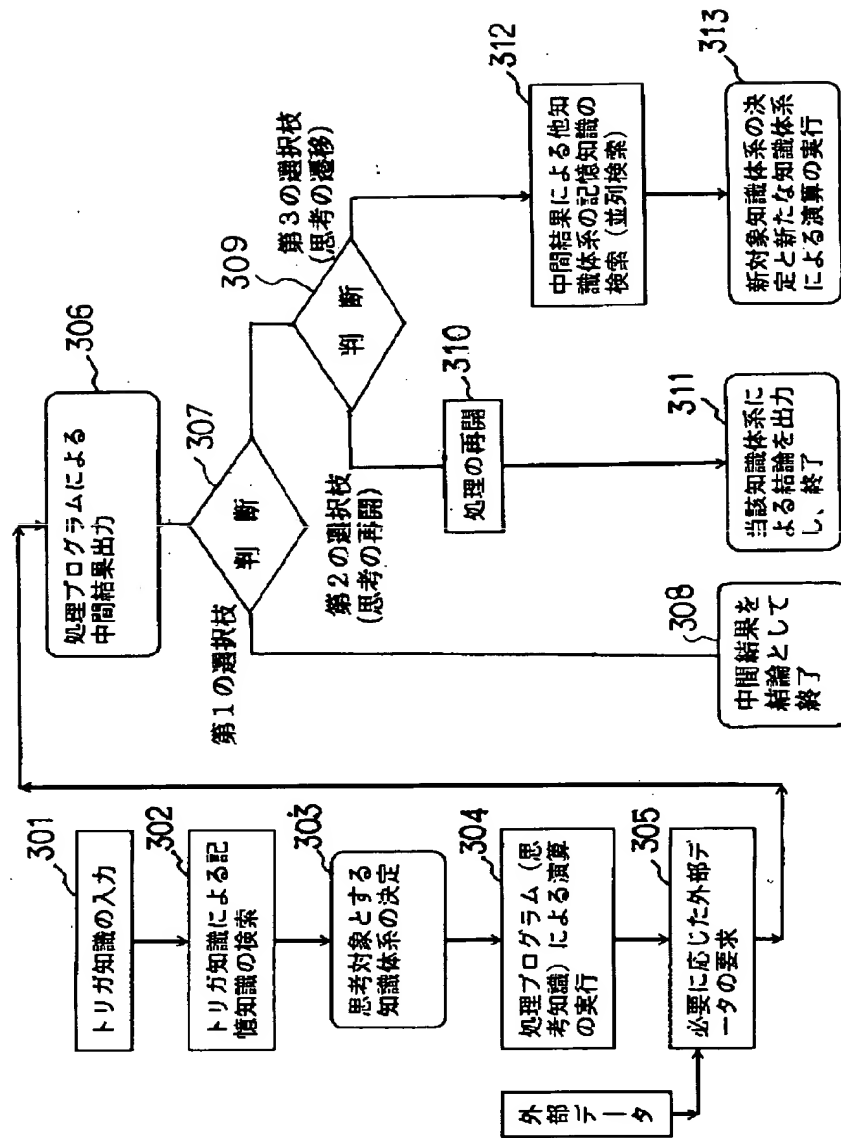
図 5A

不良知識データベースの構造

知識 番号	欠陥 形態	検査 知識 1	検査 知識 2	検査 知識 3	製造 装置	使用 工程	製造 条件	使用 材料
1	A	A	A	ND	A	A	A	A
2	A	A	ND	A	B
..

ND 関連データが生成
されない

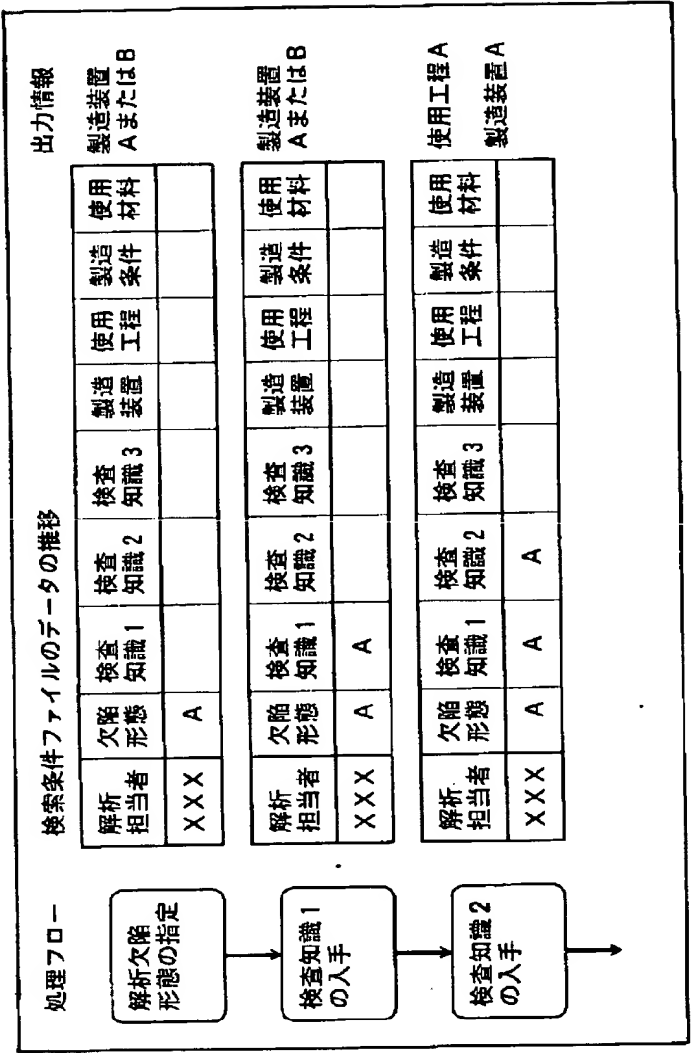
【図3】

知識処理の手順（計算機による手順）
図 3

【図5B】

図5B

検索条件ファイルの構造と検索条件ファイルのデータの推移さらに出力情報



【図6A】

図6A

解析担当者の処理

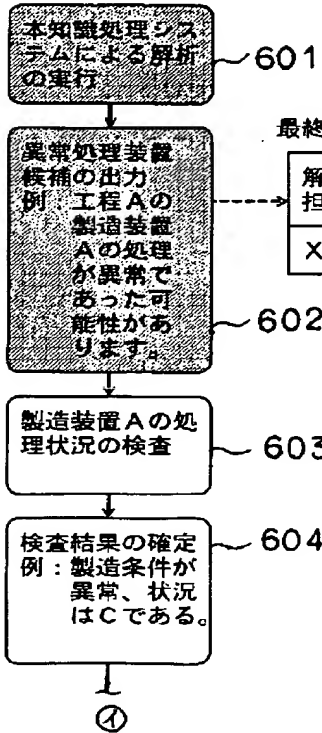
検索条件ファイルのデータ



本システムと対話する処理
およびシステムが実行する
処理



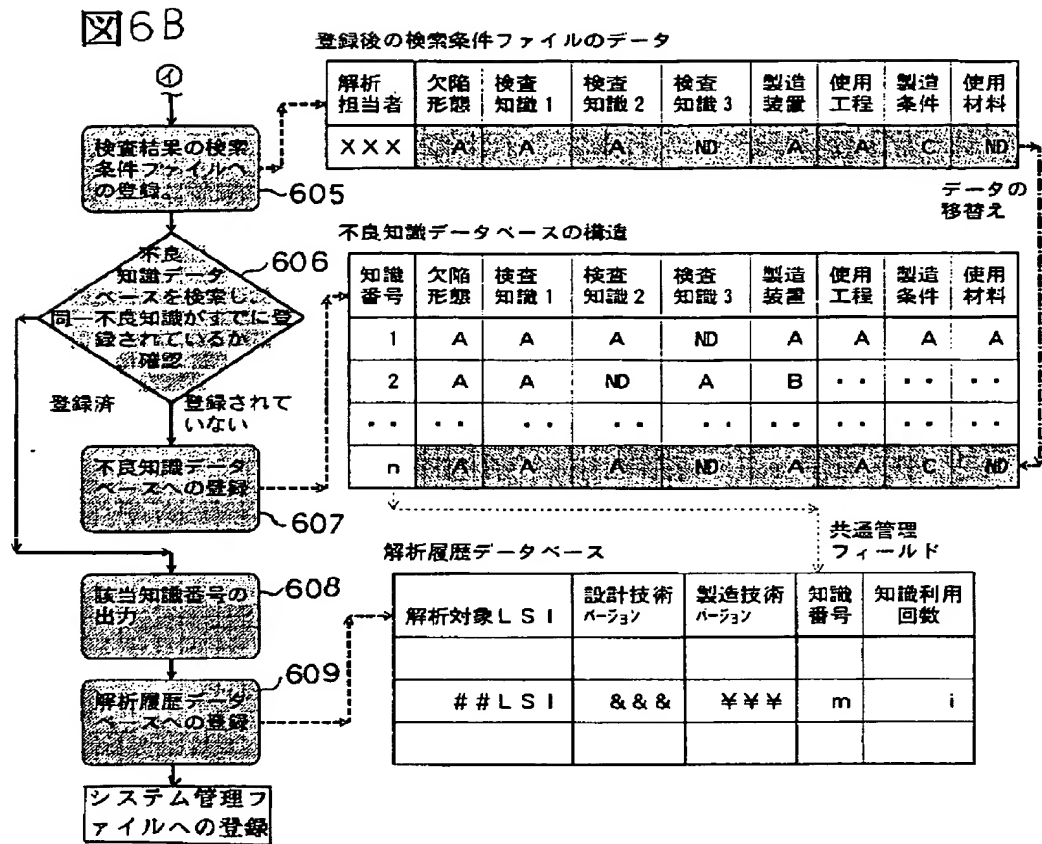
製造技術者が本システムから
離れて実施する処理



最終出力時の検索条件ファイルのデータ

解析担当者	欠陥形態	検査知識1	検査知識2	検査知識3	製造装置	使用工程	製造条件	使用材料
X X X	A	A	A					

〔図6B〕



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.